

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Juli 2001 (19.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/52003 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G05B 19/042,
H03M 13/35, B60T 8/88

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04640

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Dezember 2000 (21.12.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 01 395.3 14. Januar 2000 (14.01.2000) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-
Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VON WENDORFF,
Wilhard [DE/DE]; Attenseestr. 14, 81241 München (DE).(74) Anwälte: JANNIG, Peter usw.; Jannig & Repkow,
Klausenberg 20, 86199 Augsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.

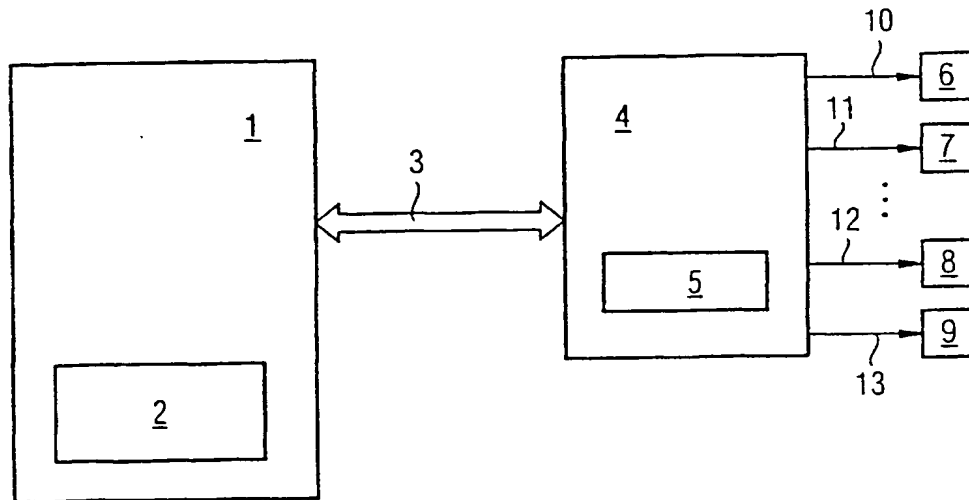
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CODING METHOD FOR CODING CONTROL COMMANDS FOR ACTUATORS AND ACTUATOR CONTROL
UNIT FOR CONTROLLING ACTUATORS(54) Bezeichnung: CODIERVERFAHREN ZUR CODIERUNG VON AKTOREN-STEUERBEFEHLEN UND AKTORENSTEU-
EREINHEIT ZUR STEUERUNG VON AKTOREN

(57) Abstract: The invention relates to a coding method for coding control commands for actuators. The inventive method comprises a system that is sensitive to data transmission errors and comprises the following steps: (a) detecting a degree of danger for the system by means of a system control unit (1), whereby said degree pertains to a current transmission control command; (b) coding the current transmission control command to form a control command code word, by means of the system control device (1), whereby the redundancy of the control command code word (SBC) depends on the degree of danger, said degree pertaining to the control command for the system; (c) transmitting the control command code word (SBC) from the system control device (1) to an actuator control unit (4); (d) decoding the transmitted control command code word (SBC) to form a receiving control command, by means of the actuator control unit (4); (e) checking the receiving control command for transmission errors; (f) controlling at least one actuator (6, 7, 8, 9) for carrying out the receiving control command when no transmission error is detected.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/52003 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Codiervorgang zur Codierung von Steuerbefehlen für Aktoren mit einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System mit den folgenden Schritten, nämlich: Bestimmen eines Gefährdungsgrades eines aktuellen Sendesteuerbefehls für das System durch eine Systemsteuereinrichtung (1); Codieren des aktuellen Sendesteuerbefehls zu einem Steuerbefehls-Codewort durch die Systemsteuereinrichtung (1), wobei die Redundanz des Steuerbefehls-Codewortes SBC von dem Gefährdungsgrad des Steuerbefehls für das System abhängt; Übertragen des Steuerbefehls-Codewortes SBC von der Systemsteuereinrichtung (1) zu einer Aktorensteuereinheit (4); Decodieren des übertragenen Steuerbefehls-Codewortes SBC durch die Aktorensteuereinheit (4) zu einem Empfangssteuerbefehl; Überprüfen des Empfangssteuerbefehls auf Übertragungsfehler; Ansteuern von mindestens einem Aktor (6, 7, 8, 9) zur Durchführung des Empfangssteuerbefehls, wenn kein Übertragungsfehler festgestellt wird.

Beschreibung

Codierverfahren zur Codierung von Aktoren-Steuerbefehlen und Aktorensteuereinheit zur Steuerung von Aktoren

5

Die Erfindung betrifft ein Codierverfahren zur Codierung von Aktoren-Steuerbefehlen sowie eine Aktorensteuereinheit zur Steuerung von Aktoren bei gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen Systemen, insbesondere einem Antiblockiersystem.

10

Es gibt verschiedene Systeme, die gegenüber Datenübertragungsfehlern besonders empfindlich sind und bei denen es zu schwerwiegenden Folgen bei einer fehlerhaften Datenübertragung kommen kann. Ein Beispiel für ein derartiges empfindliches System ist ein Antiblockiersystem für ein Fahrzeug. Ein Antiblockiersystem weist in der Regel Sensoren, ein elektronisches Steuergerät sowie Magnetventile oder Drucksteuerventile auf. Die Magnetventile stellen die Aktoren des Antiblockiersystems dar. Das elektronische Steuergerät des Antiblockiersystems besteht aus einem Eingangsverstärker, der die Impulse der Sensoren aufbereitet, einer Computereinheit zur Berechnung der Regelsignale sowie eine Leistungsstufe, die die Magnetventile im Hydroaggregat ansteuert. Die Ansteuerung der Aktoren bzw. Ventile erfolgt über Steuerleitungen in einem Steuerbus. Hierzu werden von dem elektronischen Steuergerät Steuerbefehle an die Magnetventile zum Schließen oder Öffnen hydraulischer Bremskreise abgegeben. Um Übertragungsfehler zu vermeiden, die bei derartigen empfindlichen Systemen zu schwerwiegenden Unfällen führen können, werden dabei die Steuerbefehle codiert und mit Redundanz versehen, um Übertragungsfehler, die beispielsweise aufgrund elektromagnetischer Einstreuung hervorgerufen werden, auf der Seite der Magnetventile erkennen zu können. Die Aktoren bzw. Magnetventile erhalten dabei pulsweiten-modulierte Steuersignale. Da-

20

25

30

35

mit die elektromagnetische Verträglichkeit aufgrund der puls-
weiten-modulierten Signale nicht herabgesetzt wird, erfolgt
die Pulsweitenmodulation der Steuersignale in der Nähe der
Aktoren durch eine dezentrale Aktorensteuereinheit, die mit
5 der zentralen Systemsteuereinrichtung bzw. dem Steuergerät
über einen seriellen Bus verbunden ist. Die zentrale System-
steuereinrichtung gibt Steuerbefehls-Codeworte über den seri-
ellen Bus an die Aktorensteuereinheit zur Steuerung der Akto-
ren ab. Die Aktorensteuereinheit generiert dann die pulswei-
10 ten-modulierten Steuerbefehlssignale zur Ansteuerung der Ma-
gnetventile.

Da der serielle Bus zwischen der zentralen Systemsteuerein-
richtung und den Aktorensteuereinheiten jedoch nur über eine
15 begrenzte Übertragungsbandbreite verfügt, können die Steuer-
befehls-Codeworte nicht mit einer beliebig hohen Redundanz
zur Erhöhung der Datensicherheit codiert werden. Der Nachteil
der bisher bekannten Codierverfahren zur Codierung von Steu-
erbefehlen für Aktoren besteht darin, dass alle Steuerbefehle
20 unabhängig von deren Gefährdungsgrad für das Gesamtsystem mit
der gleichen Redundanz codiert werden. Jedoch wirkt sich die
fehlerhafte Datenübertragung von Steuerbefehlen unterschied-
lich auf das Gesamtsystem aus. In einem ABS-System für ein
Fahrzeug mit vier Rädern werden pro Rad ein Einlaßventil und
25 ein Auslaßventil und somit insgesamt acht Ventile angesteu-
ert. Je weniger Räder aufgrund der Ventilstellung eine norma-
le Bremsfunktion ausüben, desto höher ist der Gefährdungsgrad
bei einem fehlerhaft interpretierten weiteren Steuerbefehl
zur Ansteuerung der Ventile; und desto höher muß auch die Da-
30 tensicherheit sein. Bei den bisherigen Codierverfahren werden
derartige kritische Systemzustände bei der Codierung weiterer
Steuerbefehle nicht berücksichtigt.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Co-
35 dierverfahren zur Codierung von Aktoren-Steuerbefehlen und

eine Aktorensteuereinheit zur Steuerung von Aktoren in einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System zu schaffen, das eine erhöhte Sicherheit bei Steuerbefehlen gewährleistet, die für die Sicherheit des Systems besonders kritisch sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Codierverfahren mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch eine Aktorensteuereinheit mit den im Patentanspruch 14 angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Erfindung schafft ein Codierverfahren zur Codierung von Steuerbefehlen für Aktoren in einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System, bei dem

ein Gefährdungsgrad eines aktuellen Sendesteuerbefehls für das Gesamtsystem durch eine Systemsteuereinrichtung bestimmt wird,

der aktuelle Sendesteuerbefehl zu einem Steuerbefehls-Codewort durch die Systemsteuereinrichtung codiert wird, wo-

bei die codierte Redundanz des Steuerbefehls-Codewortes von dem Gefährdungsgrad für das System abhängt,

das Steuerbefehls-Codewort von der Systemsteuereinrichtung zu einer Aktorensteuereinheit übertragen wird,

das übertragene Steuerbefehls-Codewort durch die Aktorensteuereinheit zu einem Empfangssteuerbefehl decodiert wird,

der Empfangssteuerbefehl mittels der encodierten Redundanz auf Übertragungsfehler überprüft wird, und

mindestens ein Aktor zur Durchführung des Empfangssteuerbefehls angesteuert wird, wenn kein Übertragungsfehler festgestellt wird.

Vorzugsweise speichert die Systemsteuereinrichtung alle an die Aktorensteuereinheit bisher übertragenen Sendesteuerbefehle ab.

Dies bietet den besonderen Vorteil, dass die zentrale Systemsteuereinrichtung ständig den aktuellen Zustand der mit ihr verbundenen Aktorensteuereinheiten verfolgen kann.

- 5 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der aktuelle Sendesteuerbefehl und die früheren Sendesteuerbefehle durch die zentrale Systemsteuereinrichtung komprimiert.

10 Der komprimierte aktuelle Steuerbefehl und die komprimierten früheren Steuerbefehle für die Aktorensteuereinheit werden vorzugsweise durch die Systemsteuereinrichtung zu dem Steuerbefehls-Codewort codiert.

15 Von der Aktorensteuereinheit wird bei einer bevorzugten Ausführungsform der aktuell empfangene und decodierte Empfangssteuerbefehl in einem Speicher der Aktorensteuereinheit abgespeichert.

20 Der aktuelle Empfangssteuerbefehl und die bisher empfangenen Empfangssteuerbefehle werden vorzugsweise komprimiert.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Codierverfahrens wird der komprimierte aktuelle Sendesteuerbefehl und die komprimierten früheren Sendesteuerbefehle, die durch die Systemsteuereinrichtung an die Aktorensteuereinheit übertragen werden, mit dem komprimierten aktuellen Empfangssteuerbefehl und den abgespeicherten früheren Empfangssteuerbefehlen durch eine in der Aktorensteuereinheit vorgesehene Vergleichsschaltung verglichen, die die Steuersignale an die Aktoren zur Durchführung des aktuellen Empfangssteuerbefehls abgibt, wenn diese komprimierten Steuerbefehle gleich sind.

30

Die an die Aktoren abgegebenen Steuersignale sind vorzugsweise pulsweiten-moduliert.

35

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden die Steuerbefehls-Codeworte über einen seriellen Bus an die Aktorensteuereinheit übertragen.

- 5 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Codiervfahrens werden die empfangenen, seriell übertragenen Steuerbefehls-Codeworte durch einen in der Aktorensteuereinheit enthaltenen Seriell-/Parallelwandler in parallele Steuerbefehlsdaten umgewandelt.

10 Die parallel gewandelten Steuerbefehlsdaten werden vorzugsweise durch eine Decodiereinrichtung der Aktorensteuereinheit decodiert.

- 15 Die Steuerbefehle umfassen vorzugsweise Aktoren-Einstellbefehle, Aktoren-Statusabfragebefehle und Aktoren-Konfigurationsbefehle.

20 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Redundanz eines übertragenen Steuerbefehls-Codewortes mit zunehmendem Gefährdungsgrad des Steuerbefehls für das System erhöht.

25 Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Steuerbefehl mittels eines Fehlerkorrekturcodes codiert.

30 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden durch das erfindungsgemäße Codiervfahren Steuerbefehle für Aktoren in einem Antiblockiersystem codiert.

Die Aktoren sind dabei vorzugsweise steuerbare Ventile.

35 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform hängt der Gefährdungsgrad für das gegenüber Datenübertragungsfehlern emp-

findliche System von der Schaltzustandskombination der verschiedenen Aktoren ab und wird tabellenförmig in einem Speicher der Systemsteuereinrichtung abgespeichert.

- 5 Die Erfindung schafft ferner eine Aktorensteuereinheit zur Steuerung von Aktoren in einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System mit:
- (a) einer Sende- und Empfangseinrichtung zum Anschluß der Aktorensteuereinheit an einen seriellen Bus;
 - 10 (b) einer Decodiereinrichtung zum Decodieren von Steuerbefehls-Codeworten, die über den Serienbus übertragen werden, wobei die Redundanz der Steuerbefehls-Codeworte von dem Gefährdungsgrad des codierten Steuerbefehls für das System abhängt;
 - 15 (c) einem Speicher zum Abspeichern der decodierten Steuerbefehle;
 - (d) einer Datenkompressionseinrichtung zum Komprimieren der Steuerbefehle, und mit
 - (e) einer Datenvergleichsschaltung zur Überprüfung der an die
 - 20 Aktorensteuereinheit von der Systemsteuereinrichtung übertragenen Folge von Steuerbefehlen.

Im weiteren werden vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Codiervfahrens zur Codierung von Steuerbefehlen der Aktoren in einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System und der erfindungsgemäßen Aktorensteuereinheit unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer mit einer Systemsteuereinrichtung über einen seriellen Bus verbundenen
5 Aktorensteuereinheit gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Codierverfahrens zur Codierung von Steuerbefehlen für Aktoren;

10 Fig. 3 ein detailliertes Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Aktorensteuereinheit.

Fig. 4 Beispiele für Codierung von Steuerbefehlen zur Ansteuerung von Einlass- und Auslassventilen bei einem ABS-
15 System

Fig. 1 zeigt schematisch eine Schaltung mit einer zentralen Systemsteuereinrichtung 1 eines Datenübertragungssystems. Die
20 Systemsteuereinrichtung 1 enthält einen internen Speicher 2, beispielsweise einen RAM-Speicher. Die zentrale Systemsteuereinrichtung 1 ist über einen seriellen Bus 3 mit einer dezentralen Aktorensteuereinheit 4 zur Ansteuerung von Aktoren verbunden. Die Aktorensteuereinheit 4 enthält ebenfalls einen
25 internen Speicher 5. Bei einer bevorzugten Ausführungsform besteht der interne Speicher 5 aus einer Vielzahl von Registerbauelementen. Die dezentrale Aktorensteuereinheit 4 steuert eine bestimmte Gruppe von Aktoren innerhalb des Gesamtsystems, beispielsweise die Magnetsteuerventile eines Antiblok-
30 kiersystems für ein Fahrzeug. Die Aktoren 6, 7, 8, 9 werden über Steuerleitungen 10, 11, 12, 13 durch die Aktorensteuereinheit 4 angesteuert. Dabei werden die Steuersignale vorzugsweise pulsweiten-moduliert übertragen.

Der serielle Bus 3 besteht bei einer bevorzugten Ausführungsform aus vier Leitungen, nämlich aus einer ersten seriellen Datenleitung zur Übertragung von Datenleitungen von der Systemsteuereinrichtung 1 zu der Aktorensteuereinheit 4, einer zweiten seriellen Datenübertragungsleitung zur Übertragung von Daten von der Aktorensteuereinheit 4 zu der Systemsteuereinrichtung 1 einer Taktsignalleitung sowie einer Auswahlsteuerleitung 4 zur Auswahl bzw. Selektion einer Aktorensteuereinheit.

10

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel wird lediglich eine dezentrale Aktorensteuereinheit 4 dargestellt. Bei weiteren, nicht gezeigten Ausführungsformen ist die zentrale Systemsteuereinrichtung 1 über den seriellen Bus 3 mit einer Vielzahl von dezentralen Aktoren-Steuereinrichtungen 4 verbunden. Da die eigentlichen Steuerbefehlssignale zur Ansteuerung der Aktoren 6, 7, 8, 9 in der dezentralen Aktorensteuereinheit 4 pulsweiten-moduliert werden, ist die elektromagnetische Verträglichkeit für Daten auf dem seriellen Bus hoch, d.h. die Verfälschung der übertragenen Befehlsdaten aufgrund von elektromagnetischer Abstrahlung von einer Datenleitung zu einer anderen Datenleitung wird weitestgehend vermieden.

20

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Codierverfahrens zur Codierung von Steuerbefehlen für Aktoren in einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System.

25

In einem Schritt S1 liest die Systemsteuereinrichtung 1 einen auszuführenden Steuerbefehl ein.

30

Der auszuführende Steuerbefehl SB wird in dem internen Speicher 2 im Schritt S2 abgespeichert.

In einem Schritt S3 werden anschließend alle bisher an die bestimmte Aktorensteuereinheit 4 bereits früher übertragenen "alten" Steuerbefehle aus SB_{alt} dem Speicher 2 ausgelesen und zusammen mit dem aktuell an die Aktorensteuereinheit 4 zu übertragenden Steuerbefehl SB komprimiert zu $K(SB, SB_{alt})$

Im Schritt S4 wird anschließend durch die zentrale Steuereinrichtung 1 der Gefährdungsgrad des aktuellen, an die Aktorensteuereinheit 4 zu übertragenden Steuerbefehls für das Gesamtsystem bestimmt. Je nachteiliger die Auswirkung einer fehlerhaften Übertragung des Steuerbefehls an die Aktorensteuereinheit 4 für das Gesamtsystem ist, desto höher ist der Gefährdungsgrad des Steuerbefehls. Führt beispielsweise eine fehlerhafte Übertragung des Steuerbefehls und somit eine fehlerhafte bzw. nicht erfolgende Ausführung des Steuerbefehls zu einem Unfall des Gesamtsystems, besitzt der Steuerbefehl somit einen sehr hohen Gefährdungsgrad, und seine fehlerfreie Datenübertragung muss auf jeden Fall gesichert sein.

Im Schritt S5 wird der aktuelle Steuerbefehl SB und die ausgelesenen, bisher an die Aktorensteuereinheit 4 übertragenen Steuerbefehle in komprimierter Form abhängig von dem ermittelten Gefährdungsgrad des Steuerbefehls für das Gesamtsystem zu einem Steuerbefehls-Codewort SBC codiert.

$$SBC = C[SB, K\{SB, SB_{alt}\}]$$

Im Schritt S6 wird anschließend das Steuerbefehls-Codewort SBC von der Systemsteuereinrichtung 1 über den seriellen Bus an die Aktorensteuereinheit 4 gesendet.

Im Schritt S7 empfängt die Aktorensteuereinheit 4 das übertragene Steuerbefehls-Codewort SBC.

Im Schritt S8 wird das empfangene Steuerbefehls-Codewort SBC und die komprimierten, übertragenen bisherigen Steuerbefehle decodiert.

$$5 \quad D(C'[SB, K\{SB, SB_{alt}\}]) = SB', K'\{SB, SB_{alt}\}$$

Nachfolgend wird im Schritt S9 der empfangene Steuerbefehl und die decodierten, komprimierten, bisher an die Aktorensteuereinheit 4 übertragenen alten Steuerbefehle auf Übertragungsfehler mittels der übertragenen Redundanzdaten überprüft.

Falls im Schritt S9 durch die Aktorensteuereinheit 4 ein Übertragungsfehler erfasst wird, erfolgt im Schritt S14 eine Fehlerbehandlung.

Falls im Schritt S9 kein Übertragungsfehler ermittelt wird, wird der empfangene aktuelle Steuerbefehl SB im Schritt S10 in dem internen Speicher 5 der Aktorensteuereinheit 4 gespeichert.

Im Schritt S11 werden die in dem Speicher 5 abgespeicherten Steuerbefehle, d.h. der aktuell abgespeicherte Steuerbefehl SB' sowie die bisher empfangenen Steuerbefehle SB'_{alt} ausgelesen und anschließend komprimiert.

Im Schritt S12 wird die in dem decodierten Steuerbefehls-Codewort enthaltene Information bezüglich der bisher an die Aktorensteuereinheit 4 übertragenen Steuerbefehle K'\{SB, SB_{alt}\} mit den im Schritt S11 ausgelesenen und komprimierten Steuerbefehlen verglichen. Ergibt der Vergleich in Schritt S12 eine Übereinstimmung, wird der aktuell empfangene Steuerbefehl im Schritt S13 ausgeführt, indem die Aktorensteuereinheit 4 über die Steuersignalleitung 10, 11, 12, 13 Steuersignale an die Aktoren 6, 7, 8, 9 abgibt.

Falls umgekehrt im Schritt S12 durch den Vergleich keine Übereinstimmung festgestellt wird, erfolgt im Schritt S14 die Fehlerbehandlung.

5

Da die Systemsteuereinrichtung 1 die Folge von Sendesteuerbefehlen, die sie bisher an die Aktorensteuereinrichtung 4 abgegeben hat, abspeichert und bei jedem neuen Steuerbefehl an diese Aktorensteuereinheit 4 komprimiert und codiert als Information innerhalb des Steuerbefehl-Codeworts abgibt, kann die Aktorensteuereinheit 4 durch den Vergleich selbst überprüfen, ob sie sich in dem gewünschten Zustand befindet. Falls die in dem internen Speicher 2 der Systemsteuereinrichtung 1 abgespeicherte Folge von Steuerbefehlen von der in dem internen Speicher 5 der Aktorensteuereinheit 4 abgespeicherten Folge abweicht, erfolgt im Schritt S14 die Fehlerbehandlung. Die Fehlerbehandlung besteht beispielsweise darin, dass die Aktorensteuereinheit 4 den Fehler bzw. die Abweichung an die zentrale Systemsteuereinrichtung 1 über den seriellen Bus 3 meldet, woraufhin die zentrale Systemsteuereinrichtung 1 einen Steuerbefehl an die dezentrale Aktorensteuereinrichtung 4 abgibt, um diese und gegebenenfalls weitere Aktorensteuereinheiten 4 in einen definierten stabilen Zustand zu versetzen. Jedes übertragene Steuerbefehls-Codewort SBC enthält nicht nur Information über den aktuell auszuführenden Steuerbefehl, sondern auch Informationen über die bisher durch die Aktorensteuereinheit 4 ausgeführte Steuerbefehlsfolge. Die zentrale Steuereinrichtung 1 enthält somit in ihrem internen Speicher 2 stets eine Zustandskopie aller mit ihr über den seriellen Bus 3 verbundenen dezentralen Aktorensteuereinheiten 4, so dass der Zustand aller dezentralen Aktorensteuereinheiten 4 stets überwachbar ist, ohne dass stets Rückmeldungen von den Aktorensteuereinheiten 4 zu der zentralen Systemsteuereinrichtung 1 erfolgen müssen.

35

Das Komprimieren der Information über die Historie bzw. die bisherige Folge von übertragenen Steuerbefehlen gewährleistet, dass die Übertragungsbandbreite des seriellen Busses 3 optimal ausgenutzt wird.

- 5 Die an die Aktorensteuereinheit 4 übertragenen Steuerbefehle umfassen Aktoren-Einstellbefehle, Aktoren-Statusabfragebefehle sowie Aktoren-Konfigurationsbefehle.

- Die Steuerbefehle werden durch die zentrale Steuereinrichtung 10 1 in einem Codierer mittels eines Fehlerkorrekturcodes ECC (Error Correction Code) oder CRC (Cyclic Redundancy Code) codiert. Durch die Codierung wird dem Steuerbefehl eine Datenredundanz verliehen, wobei die Hamming-Distanz der übertragenen Steuerbefehls-Codeworte von dem Gefährdungsgrad des zu 15 übertragenden Steuerbefehls für das Gesamtsystem erhöht wird. Anhand der in dem internen Speicher 2 abgespeicherten Kopie der bereits an die verschiedenen Aktorensteuereinheiten 4 übertragenen Steuerbefehle, die den Gesamtzustand des Systems darstellen, erkennt die zentrale Steuereinrichtung 1, wie 20 sich der neuartige Befehl auf das System auswirkt und ob eine fehlerhafte Datenübertragung des Steuerbefehls zu einem kritischen Systemzustand führen kann. Je höher der Gefährdungsgrad bzw. das Gefahrenpotential des zu übertragenen Steuerbefehls für das Gesamtsystem ist, desto höher wird die dem 25 Steuerbefehls-Codewort SBC verliehene Datenredundanz eingestellt. Ein Steuerbefehl, der mit hoher Sicherheit wegen Datenübertragungsfehler an die Aktorensteuereinheit 4 übertragen werden muss, erhält durch die in der zentralen Steuereinrichtung enthaltene Codiereinrichtung eine höhere Datenredundanz als ein Steuerbefehl, dessen fehlerhafte Datenübertragung 30 das Gesamtsystem in geringerem Ausmaß gefährdet.

- Vorzugsweise enthält die zentrale Steuereinrichtung 1 eine Tabelle, bei dem jedem Steuerbefehl entsprechend einer Gefährdungsklasse für das Gesamtsystem ein zugeordnetes codier- 35

tes Steuerbefehls-Codewort SBC zugeordnet abgespeichert ist. Da die kritischen Steuerbefehle stets zu einer höheren Redundanz codiert werden, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie fehlerhaft an die Aktorensteuereinheit 4 übertragen werden, sehr gering, wodurch die Sicherheit des Gesamtsystems erhöht wird.

Figur 4 zeigt Tabellen für die Codierung von Steuerbefehlen zur Ansteuerung von Einlass- und Auslassventilen bei einem ABS-Kraftfahrzeugsystem.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Aktorensteuereinheit 4. Der serielle Bus 3 ist mit einer seriellen Datenempfangseinrichtung 14 und einer seriellen Sendeeinrichtung 15 verbunden. Die serielle Datenempfangseinrichtung erhält die über den seriellen Bus 3 zugeführten Empfangsdaten und gibt sie an einen Seriell-/Parallelwandler 16 ab, der den seriellen Datenstrom parallel wandelt und einer Decodiereinrichtung 17 zuführt. Umgekehrt erhält die serielle Sendeeinrichtung 15 von einem Parallel-/Seriellwandler 18 serielle Daten. Der Parallel-/Seriellwandler 18 erhält die Sendedaten von einer internen Codiereinrichtung 19 der Aktorensteuereinrichtung 4.

Der Decodierer 17 ist über einen internen Bus 20 mit dem Dateneingang verschiedener Register 21, 22, 23, 24, 25 verbunden. Die Datenausgänge der Register 21, 22, 23, 24, 25 sind über einen internen Datenbus 26 mit dem Eingang der Codiereinrichtung 19 und mit dem Eingang einer Datenkompressionseinrichtung 27 verbunden. Die Speicherregister 21-25 bilden zusammen den internen Speicher 5 der Aktorensteuereinrichtung 4. Die Datenausgänge der Speicherregister 21-15 sind entweder direkt mit Aktoren über Steuersignalleitungen verbunden oder sind an Pulsweiten-Modulationseinrichtungen 28, 29, 30 angeschlossen. Den Pulsweiten-Modulationseinrichtungen

28, 29, 30 sind bei dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel Multiplexer 31, 32, 33 nachgeschaltet zum Umschalten der Ausgangsteuersignale.

5 Die Datenkompressionseinrichtung 27 ist ausgangsseitig über einen internen Bus 34 an einen zweiten Eingang der Codiereinrichtung 19 und an einen Eingang einer Datenvergleichsschaltung 35 angeschlossen. Die Datenvergleichsschaltung 35 ist eingangsseitig einerseits mit der Datenkompressionsschaltung
10 27 und ausgangsseitig mit der Decodiereinrichtung 17 verbunden.

Die Datenempfangseinrichtung 14 empfängt im Schritt S7 des in Fig. 2 dargestellten erfindungsgemäßen Verfahrens die übertragenen Steuerbefehls-Codeworte SBC. Die seriell empfangenen Steuerbefehls-Codeworte werden durch den Seriell-/Parallelwandler 16 in ein paralleles Datenformat umgewandelt und der Decodiereinrichtung 17 zugeführt, die im Schritt S8 das Steuerbefehls-Codewort decodiert. Der empfangene Steuerbefehl SB
20 wird im Schritt S10 in den Speicherregistern 21-25 gespeichert, und die bisher abgespeicherten Steuerbefehle werden über den internen Bus 26 ausgelesen und durch die Datenkompressionsschaltung 27 komprimiert. Die Datenvergleichsschaltung 35 vergleicht dann die in dem decodierten Steuerbefehls-
25 Codewort enthaltene komprimierte Information über die bisher an die Aktorensteuereinheit 4 übertragenen Steuerbefehle mit den durch die Datenkompressionseinschaltung 27 komprimierten, aus den Speicherregistern 21-25 ausgelesenen Steuerbefehlen. Falls die Datenvergleichsschaltung 35 im Schritt S12 eine
30 Übereinstimmung feststellt, werden die Steuerbefehle über die Steuerleitungen 10-13 zur Ausführung des Steuerbefehls an die Aktoren 6-9 abgegeben.

Über den Codierer 19, den Parallel-/Seriellwandler 18 sowie
35 die Sendeeinrichtung 15 kann die Aktorensteuereinheit 4 Rück-

gabe-Codeworte über den seriellen Bus 3 zurück an die System-
steuereinrichtung 1 abgeben. Solche Rückgabe-
Kontrollcodeworte dienen der Pulsweiten-Modulationskontrolle
der Aktorenzustandskontrolle, der Statusabfrage sowie der
5 Konfigurationskontrolle der Aktorensteuereinheit 4.

Bezugszeichenliste

	1	Systemsteuereinrichtung
	2	interner Speicher
5	3	serieller Bus
	4	Aktoren-Steuereinheit
	5	interner Speicher
	6, 7, 8, 9	Aktoren
	10, 11, 12, 13	Steuerleitungen
10	14	Empfangseinrichtung
	15	Sendeeinrichtung
	16	Seriell-/Parallelwandler
	17	Decodierer
	18	Parallel-/Seriellwandler
15	19	Codierer
	20	interner Bus
	21, 22, 23, 24, 25	Speicherregister
	26	interner Bus
	27	Datenkompressionseinrichtung
20	28, 29, 30	Pulsweiten-Modulationseinrichtung
	31, 32, 33	Multiplexer
	34	interner Bus
	35	Datenvergleichsschaltung

Patentansprüche

1. Codierverfahren zur Codierung von Steuerbefehlen für Akto-
ren mit einem gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindli-
5 chen System mit den folgenden Schritten:

(a) Bestimmen eines Gefährdungsgrades eines aktuellen Sende-
steuerbefehls für das System durch eine Systemsteuereinrich-
10 tung (1);

(b) Codieren des aktuellen Sendesteuerbefehls SB zu einem
Steuerbefehls-Codewort SBC durch die Systemsteuereinrichtung
(1), wobei die Redundanz des Steuerbefehls-Codewortes SBC von
dem Gefährdungsgrad des Steuerbefehls für das System abhängt;

15 (c) Übertragen des Steuerbefehls-Codewortes SBC von der Sy-
stemsteuereinrichtung (1) zu einer Aktorensteuereinheit (4);

(d) Decodieren des übertragenen Steuerbefehls-Codewortes SBC
20 durch die Aktorensteuereinheit (4) zu einem Empfangssteuerbe-
fehl SB';

(e) Überprüfen des Empfangssteuerbefehls SB' auf Übertra-
gungsfehler;

25 (f) Ansteuern von mindestens einem Akteur (6, 7, 8, 9) zur
Durchführung des Empfangssteuerbefehls SB', wenn kein Über-
tragungsfehler festgestellt wird.

30 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Systemsteuereinrichtung (1) intern alle an die Akto-
rensteuereinheit (4) bisher übertragenen Sendesteuerbefehle
SB_{alt} abspeichert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuelle Sendesteuerbefehl SB und die bisher an die
Aktorensteuereinheit übertragenen Sendesteuerbefehle SB_{alt}
5 durch die Systemsteuereinrichtung (1) vor der Übertragung
komprimiert werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass der aktuelle Sendesteuerbefehl SB und die bisher über
die Aktorensteuereinheit (4) übertragenen Steuerbefehle SB_{alt} ,
die durch die Systemsteuereinrichtung (1) komprimiert werden,
vor der Übertragung zu dem Steuerbefehls-Codewort SBC durch
die Systemsteuereinrichtung (1) codiert werden.

15 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aktorensteuereinheit (4) den empfangenen aktuellen
und decodierten Empfangssteuerbefehl SB' in einem Speicher
20 (5) der Aktorensteuereinheit (4) speichert.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die bisher empfangenen und abgespeicherten Empfangssteu-
25 erbefehle in der Aktorensteuereinheit (4) durch eine Daten-
kompressionsschaltung (27) komprimiert werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die dekodierte komprimierte Folge von bisher an die Ak-
torensteuereinheit (4) übertragenen Steuerbefehle $K(SB, SB_{alt})$
mit den in dem Speicher (5) der Aktoreneinheit (4) abgespei-
cherten, komprimierten Steuerbefehlen $K(SB', SB_{alt})$ durch eine
Datenvergleichsschaltung (35) verglichen werden, wobei, wenn
35 die komprimierten Steuerbefehle gleich sind, die Aktorensteu-

ereinheit (4) Steuersignale an die Aktoren (6, 7, 8, 9) zur Durchführung des aktuellen empfangenen Steuerbefehls SB' abgibt.

5 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuersignale pulswerten-moduliert werden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerbefehls-Codeworte SBC über einen seriellen Bus
(3) an die Aktorensteuereinheit (4) übertragen werden.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die seriell übertragenen, empfangenen Steuerbefehls-
Codeworte SBC durch einen Seriell-/Parallelwandler (16) der
Aktorensteuereinheit (4) in parallele Steuerbefehlsdaten ge-
wandelt werden.

20 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die parallel gewandelten Steuerbefehlsdaten durch einen
Decodierer (17) decodiert werden.

25 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerbefehle Aktoren-Einstellbefehle, Aktoren-
Statusabfragebefehle und Aktoren-Konfigurationsbefehle umfas-
30 sen.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Redundanz des Steuerbefehls-Codewortes SBC mit zu-
35 nehmendem Gefährdungsgrad des Steuerbefehls für das System

durch eine Codiereinrichtung der Systemsteuereinrichtung (1) erhöht wird.

14. Aktorensteuereinheit zur Steuerung von Aktoren in einem
5 gegenüber Datenübertragungsfehlern empfindlichen System mit:

(a) einer Sende- und Empfangseinrichtung (14, 15) zum Anschluß an einen seriellen Bus (3);

10 (b) einer Decodiereinrichtung zum Decodieren von über den seriellen Bus (3) übertragenen Steuerbefehls-Codeworten SBC, deren encodierte Redundanz von einem Gefährdungsgrad des codierten Steuerbefehls SB für das System abhängt;

15 (c) einem Speicher (5) zum Abspeichern der decodierten Steuerbefehle;

(d) einer Datenkompressionsschaltung zum Komprimieren der abgespeicherten Steuerbefehle; und mit

20

(e) einer Datenvergleichsschaltung (35) zum Vergleichen, ob die in dem Speicher (5) abgespeicherte Steuerbefehlsfolge mit einer in dem übertragenen Steuerbefehls-Codewort SBC enthaltenen Steuerbefehlsfolge übereinstimmt.

25

15. Aktorensteuereinheit nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Speicher (5) der Aktorensteuereinheit (4) aus mehreren Speicherregistern (21, 22, 23, 24, 25) zur Abgabe von
30 Steuersignalen an zugehörige Aktoren (6, 7, 8, 9) besteht.

16. Aktorensteuereinheit nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Pulsweiten-Modulationseinrichtungen (28, 29, 30) zur
35 Pulsweitenmodulation der Steuersignale vorgesehen sind.

17. Aktorensteuereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Sende- und Empfangseinrichtung (14, 15) eine Datenempfangseinrichtung (14) zum Empfang serieller Daten von der Systemsteuereinrichtung (1) über eine erste Datenleitung und eine Sendeeinrichtung (15) zur Abgabe von seriellen Daten an die Systemsteuereinrichtung (1) über eine zweite Datenlei-
10 tung aufweist.

18. Aktorensteuereinheit nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sendeeinrichtung (15) ein Parallel-/Seriellwandler
15 (18) vorgeschaltet ist.

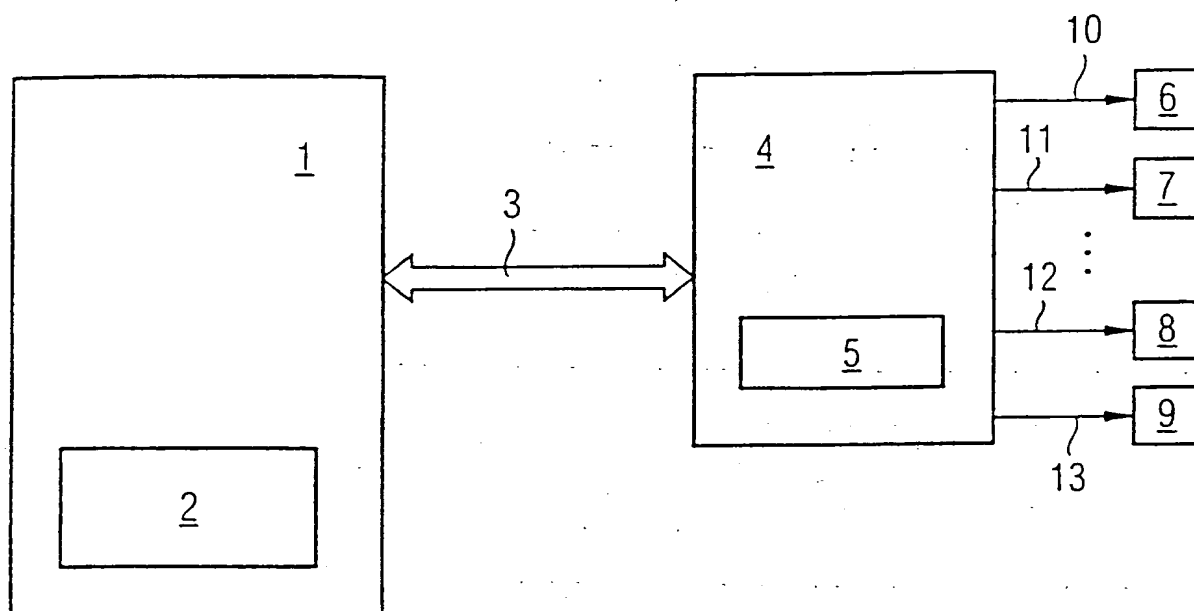
19. Aktorensteuereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Aktorensteuereinheit (4) eine Codiereinrichtung (19) aufweist, die über einen internen Datenbus (26) mit den Ausgängen der Speicherregister (21-25) verbunden ist.

20. Aktorensteuereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass die Speicherregister (21-25) Dateneingänge aufweisen, die über einen internen Bus (20) mit dem Ausgang der Decodiereinrichtung (17) verbunden sind.

21. Aktorensteuereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass den Pulweiten-Modulationseinrichtungen (28, 29, 30) Multiplexer (31, 32, 33) nachgeschaltet sind.
35

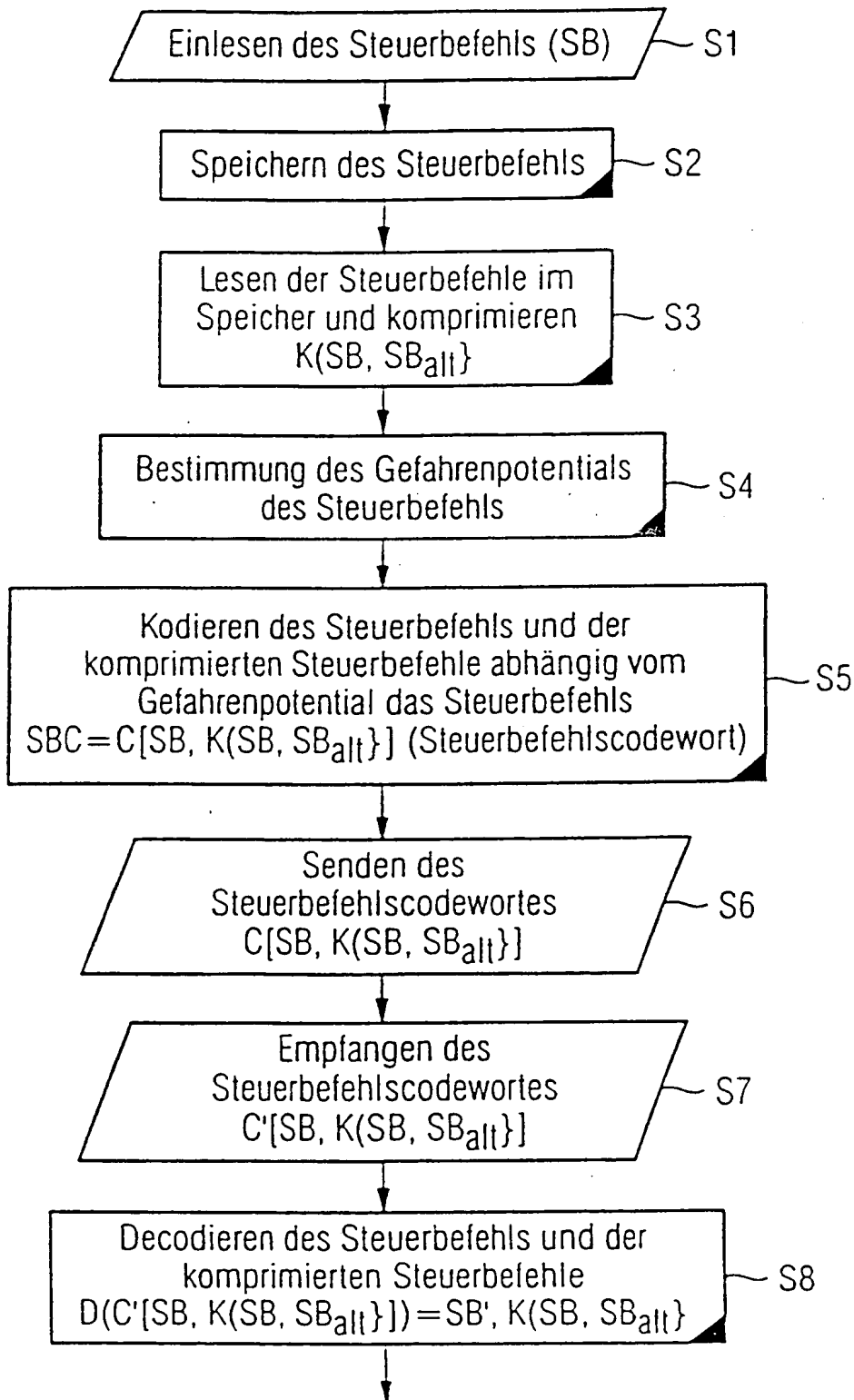
1/11

FIG 1



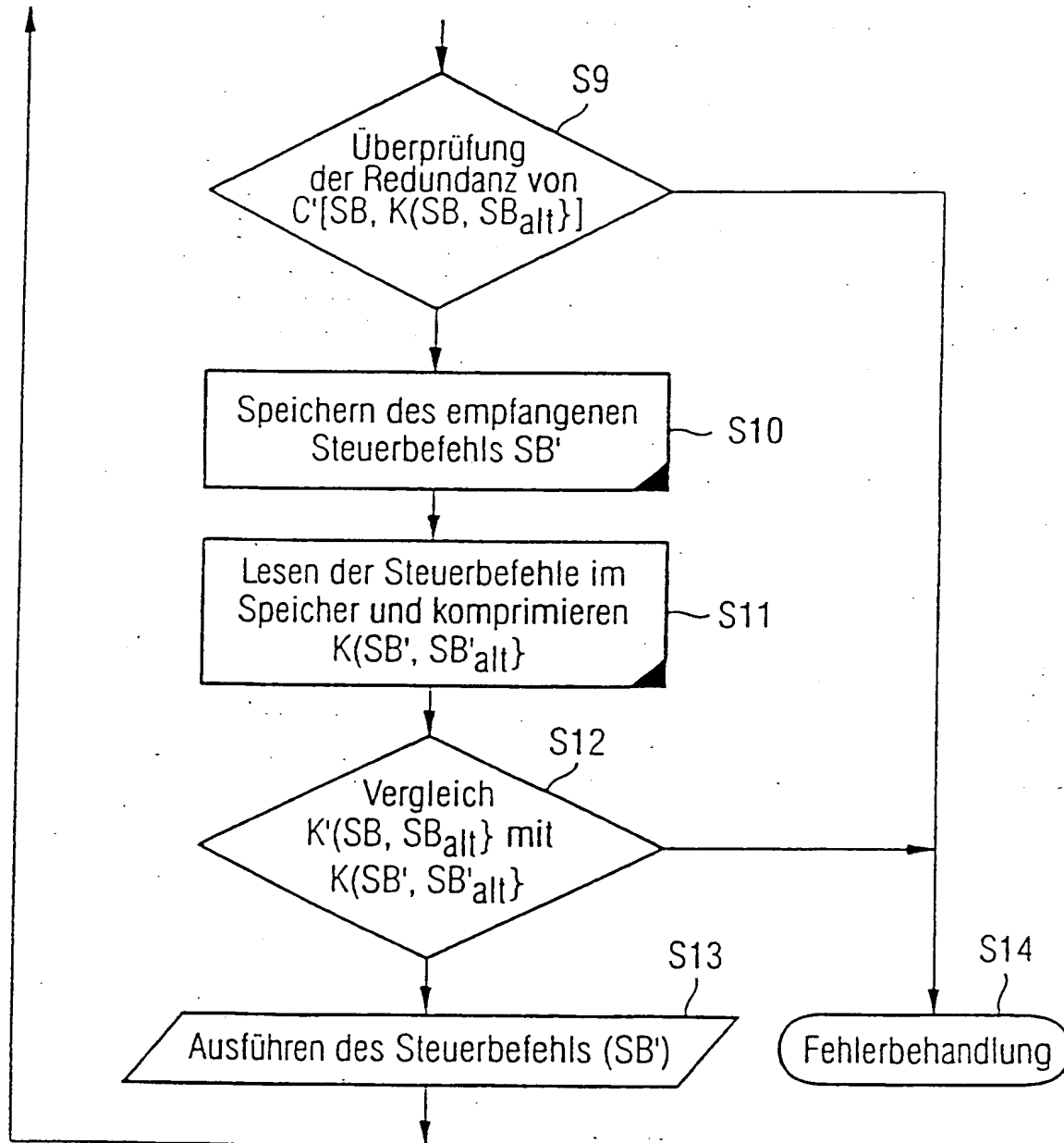
2/11

FIG 2A



3/11

FIG 2B



4/11

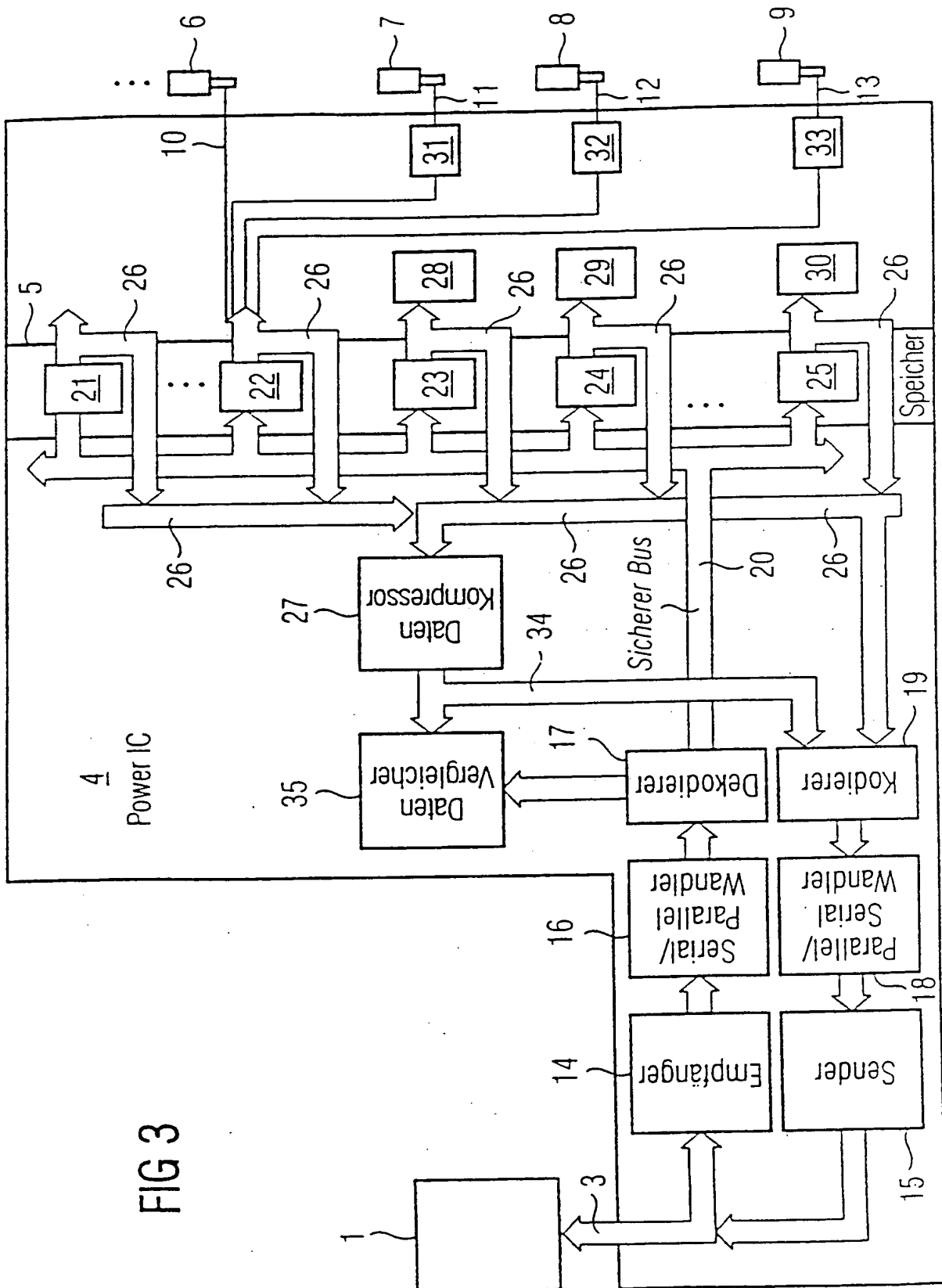


FIG 3

FIG 4A

Format des Steuerbefehls-
Code-Wortes:

Ventil Kontrolle (Hohes Gefahrenpotential)	1 Bit Opcode	9 Bit Ventil Stellung	5 Bit K{SB, SB _{alt} }	
Ventil Kontrolle (Normales Gefahrenpotential)	1 Bit Opcode	11 Bit Ventil Steuerung	4 Bit K{SB, SB _{alt} }	
Status Abfrage	3 Bit Opcode	4 Bit Adresse des Statusregisters	9 Bit Nicht verwendet	
Konfigurations-Kontrolle	3 Bit Opcode	8 Bit Konfiguration	5 Bit K{SB, SB _{alt} }	
PWM Kontrolle	2 Bit Opcode	2 Bit Ventil Nummer	8 Bit PWM	4 Bit K{SB, SB _{alt} }

FIG 4B

Format des
Rückgabewortes:

PWM Kontrolle	1 Bit Fehlerzustand	5 Bit K{SB, SB _{alt} }	2 Bit Ventil Nummer	8 Bit PWM
Ventil Kontrolle	1 Bit Fehlerzustand	5 Bit K{SB, SB _{alt} }	10 Bit Ventil Zustand	
Status Abfrage	1 Bit Fehlerzustand	5 Bit K{SB, SB _{alt} }	10 Bit Status	
Konfigurations-Kontrolle	1 Bit Fehlerzustand	5 Bit K{SB, SB _{alt} }	2 Bit Fehler Klasse	8 Bit Konfiguration

FIG 4C(1)

Kodierung	Code Bits	K{ Bits	Rad 1	Rad 2	Rad 3	Rad 4	Gefährdungs- potential	Einlass Ventil Rad 1	Auslass Ventil Rad 1	Einlass Ventil Rad 2	Auslass Ventil Rad 2	Einlass Ventil Rad 3	Auslass Ventil Rad 3	Einlass Ventil Rad 4	Auslass Ventil Rad 4
10000000vvvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Bremsen	Druck halten	3 Räder normale Bremsfunktion (niedrig)	offen	zu	offen	zu	offen	zu	zu	zu
10000001vvvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Druck halten	Bremsen		offen	zu	offen	zu	zu	zu	offen	zu
10000010vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Bremsen	Bremsen		offen	zu	zu	zu	offen	zu	offen	zu
10000011vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Bremsen	Bremsen		zu	zu	zu	zu	offen	zu	offen	zu
10000100vvvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Bremsen	Druck Abbauen		offen	zu	offen	zu	offen	zu	offen	zu
10000101vvvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Druck Abbauen	Bremsen		offen	zu	offen	zu	zu	offen	offen	zu
10000110vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Bremsen	Bremsen		offen	zu	zu	offen	offen	zu	offen	zu
10000111vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Bremsen	Bremsen		zu	offen	zu	zu	offen	zu	offen	zu
10100000vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck halten	Druck halten	1 Rad normale Bremsfunktion (niedrig)	offen	zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
10100001vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Druck halten	Druck halten		zu	zu	offen	zu	zu	zu	zu	zu
10100010vvvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Bremsen	Druck halten		zu	zu	zu	zu	offen	zu	zu	zu
10100011vvvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Bremsen		zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
10100100vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck halten	Druck halten		offen	zu	zu	zu	zu	zu	offen	zu
10100101vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck halten	Druck halten		offen	zu	zu	zu	zu	offen	zu	zu
10100110vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck halten	Druck halten		offen	zu	zu	zu	zu	offen	zu	zu

FIG 4C(2)

7/11

Kodierung	Code Bits	K { Bits	Rad 1	Rad 2	Rad 3	Rad 4	Gefährdungs- potential	Einlass Ventil Rad 1	Auslass Ventil Rad 1	Einlass Ventil Rad 2	Auslass Ventil Rad 2	Einlass Ventil Rad 3	Auslass Ventil Rad 3	Einlass Ventil Rad 4	Auslass Ventil Rad 4
10100111vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Druck halten	Druck Abbauen		zu	zu	offen	zu	zu	zu	zu	offen
10101000vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Druck Abbauen	Druck halten		zu	zu	offen	zu	offen	offen	zu	zu
10101001vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten	Druck halten		zu	offen	offen	zu	zu	zu	zu	zu
10101010vvvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Druck Bremsen	Druck Abbauen		zu	zu	zu	zu	offen	zu	zu	offen
10101011vvvvccccc	11	4	Druck halten	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten		zu	zu	zu	offen	offen	zu	zu	zu
10101100vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck halten	Bremsen	Druck halten		zu	offen	zu	zu	offen	zu	zu	zu
10101101vvvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Druck Abbauen	Druck Bremsen		zu	zu	zu	zu	zu	offen	zu	zu
10101110vvvvccccc	11	4	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten	Bremsen		zu	zu	zu	offen	zu	zu	zu	zu
10101111vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck halten	Druck halten	Bremsen		zu	offen	zu	zu	zu	zu	zu	zu
10110000vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Druck halten		offen	zu	zu	offen	zu	offen	zu	zu
10110001vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten		offen	zu	zu	offen	zu	zu	zu	offen
10110010vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck Abbauen	Druck Abbauen		offen	zu	zu	offen	zu	offen	zu	offen
10110011vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten	Druck Abbauen		zu	offen	offen	zu	zu	zu	zu	offen
10110100vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Druck halten	Druck Abbauen		zu	zu	offen	zu	zu	offen	zu	offen
10110101vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten	Druck halten		zu	offen	offen	zu	zu	offen	zu	zu
10110110vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Bremsen	Druck halten		zu	offen	offen	zu	zu	offen	zu	offen

8/11

FIG 4C(3)

Kodierung	Code Bits	K{ } Bits	Rad 1	Rad 2	Rad 3	Rad 4	Gefährdungspotential	Einlass Ventil Rad 1	Auslass Ventil Rad 1	Einlass Ventil Rad 2	Auslass Ventil Rad 2	Einlass Ventil Rad 3	Auslass Ventil Rad 3	Einlass Ventil Rad 4	Auslass Ventil Rad 4
10110111vvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten		zu	offen	zu	offen	offen	zu	zu	zu
10111000vvvccccc	11	4	Druck halten	Druck Abbauen	Bremsen	Druck Abbauen		zu	zu	zu	offen	offen	zu	offen	offen
10111001vvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Bremsen		zu	offen	zu	offen	zu	zu	zu	zu
10111010vvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Abbauen	Bremsen		zu	offen	zu	zu	offen	offen	zu	zu
10111011vvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Druck Abbauen	Bremsen		zu	zu	zu	offen	zu	offen	zu	zu
10111100vvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Druck Abbauen		offen	zu	zu	offen	zu	offen	zu	offen
10111101vvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Druck Abbauen	Druck Abbauen		zu	offen	offen	zu	zu	offen	zu	offen
10001000vvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Druck halten	Druck halten	2 Vorder- räder normale Bremsfunktion (niedrig)	offen	zu	offen	zu	zu	zu	zu	zu
10001001vvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Druck halten	Druck halten		offen	zu	offen	zu	zu	zu	zu	offen
10001010vvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Druck halten	Druck halten		offen	zu	offen	zu	zu	offen	zu	zu
10001011vvvccccc	11	4	Bremsen	Bremsen	Druck halten	Druck halten		offen	zu	offen	zu	zu	offen	zu	offen
10001100vvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Bremsen	Bremsen	2 Hinter- räder normale Bremsfunktion (niedrig)	zu	zu	zu	zu	offen	zu	offen	zu
10001101vvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck halten	Bremsen	Bremsen		zu	offen	zu	zu	offen	zu	offen	zu
10001110vvvccccc	11	4	Druck halten	Druck halten	Bremsen	Bremsen		zu	zu	zu	offen	offen	zu	offen	zu
10001111vvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck halten	Bremsen	Bremsen		zu	offen	zu	offen	offen	zu	offen	zu

FIG 4C(4)

9/11

Kodierung	Code Bits	K{ } Bits	Rad 1	Rad 2	Rad 3	Rad 4	Gefährdungspotential	Einlass Ventil Rad 1	Auslass Ventil Rad 1	Einlass Ventil Rad 2	Auslass Ventil Rad 2	Einlass Ventil Rad 3	Auslass Ventil Rad 3	Einlass Ventil Rad 4	Auslass Ventil Rad 4
10010000vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck halten	Bremsen	1 linkes und ein rechtes Rad normale Bremsfunktion (niedrig)	offen	zu	zu	zu	zu	zu	offen	zu
10010001vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Bremsen	Druck halten		zu	zu	offen	offen	zu	zu	zu	zu
10010010vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Druck Abbauen	Bremsen		offen	zu	zu	zu	offen	offen	zu	zu
10010011vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Druck halten	Bremsen		offen	zu	zu	offen	zu	zu	offen	zu
10010100vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Bremsen	Druck Abbauen		zu	zu	zu	zu	zu	zu	offen	offen
10010101vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Bremsen	Druck halten		zu	offen	offen	zu	offen	zu	zu	zu
10010110vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Bremsen		zu	zu	zu	offen	zu	offen	offen	zu
10010111vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Bremsen	Druck Abbauen		zu	offen	offen	zu	offen	zu	zu	offen
10011000vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Bremsen	Druck halten	2 linke bzw. rechte Räder normale Bremsfunktion (niedrig)	offen	zu	zu	zu	offen	zu	zu	zu
10011001vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Druck halten	Bremsen		zu	zu	offen	zu	zu	zu	offen	zu
10011010vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck halten	Bremsen	Druck Abbauen		offen	zu	zu	zu	offen	zu	offen	offen
10011011vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten		offen	zu	zu	offen	offen	zu	zu	zu
10011100vvvvccccc	11	4	Bremsen	Druck Abbauen	Bremsen	Druck Abbauen		offen	zu	zu	offen	offen	zu	offen	offen
10011101vvvvccccc	11	4	Druck halten	Bremsen	Druck Abbauen	Bremsen		zu	zu	offen	zu	zu	offen	zu	zu
10011110vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Druck halten	Bremsen		zu	offen	offen	zu	zu	zu	offen	zu
10011111vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Bremsen	Druck Abbauen	Bremsen		zu	offen	offen	zu	zu	offen	offen	zu

10/11

FIG 4C(5)

Kodierung	Code Bits	K{ Bits	Rad 1	Rad 2	Rad 3	Rad 4	Gefährdungs- potential	Einlass Ventil Rad 1	Auslass Ventil Rad 1	Einlass Ventil Rad 2	Auslass Ventil Rad 2	Einlass Ventil Rad 3	Auslass Ventil Rad 3	Einlass Ventil Rad 4	Auslass Ventil Rad 4
10111110vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Bremsen	Druck Abbauen		zu	offen	zu	offen	zu	zu	zu	offen
10111111vvvvccccc	11	4	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Druck Abbauen	Druck Abbauen		zu	offen	zu	offen	zu	offen	zu	zu
110000vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten	0 Rad normale Bremsfunktion (hoch)	zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
110001vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu	offen
110010vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	zu	zu	zu	zu	offen	zu	zu
110011vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	zu	zu	offen	zu	zu	zu	zu
110100vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	offen	zu	zu	zu	zu	zu	zu
110101vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu	offen
110110vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
110111vvvvccccc	9	6	Druck halten	Druck halten	Druck halten	Druck halten		zu	offen	zu	offen	zu	offen	zu	zu

11/11

FIG 4C(6)

Kodierung	Code Bits	K{ } Bits	Rad 1	Rad 2	Rad 3	Rad 4	Gefährdungs- potential	Einlass Ventil Rad 1	Auslass Ventil Rad 1	Einlass Ventil Rad 2	Auslass Ventil Rad 2	Einlass Ventil Rad 3	Auslass Ventil Rad 3	Einlass Ventil Rad 4	Auslass Ventil Rad 4
111000vvvcccccc	9	6	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten		zu	offen	zu	zu	zu	offen	zu	zu
111001vvvcccccc	9	6	Druck Abbauen	Druck halten	Druck halten	Druck Abbauen		zu	offen	zu	zu	zu	zu	zu	offen
111010vvvcccccc	9	6	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Abbauen		zu	zu	zu	offen	zu	zu	zu	offen
111011vvvcccccc	9	6	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Abbauen		zu	zu	zu	offen	zu	offen	zu	offen
111100vvvcccccc	9	6	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten		zu	offen	zu	zu	zu	offen	zu	offen
111101vvvcccccc	9	6	Druck Abbauen	Druck halten	Druck halten	Druck Abbauen		zu	offen	zu	offen	zu	zu	zu	offen
111110vvvcccccc	9	6	Druck Abbauen	Druck halten	Druck halten	Druck Abbauen		zu	offen	zu	offen	zu	zu	zu	zu
111111vvvcccccc	9	6	Druck Abbauen	Druck halten	Druck Abbauen	Druck halten		zu	offen	zu	offen	zu	offen	zu	offen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G05B19/042 H03M13/35 B60T8/88

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G05B H03M B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 199 39 567 A (PILZ GMBH & CO) 8 March 2001 (2001-03-08) the whole document	1, 14
Y	GRANSTROM K ET AL: "UNEQUAL ERROR PROTECTION CODES" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON ELECTROTECHNICS. (EUROCON), US, NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 8, 13 June 1988 (1988-06-13), pages 174-176, XP000012939 the whole document	1, 14
Y	EP 0 820 152 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 21 January 1998 (1998-01-21) abstract	1, 14
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *S* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 May 2001

Date of mailing of the international search report

22/05/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jonda, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04640

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 862 502 A (GIERS BERNHARD) 19 January 1999 (1999-01-19) page Q	1, 14
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 004 (E-1020), 8 January 1991 (1991-01-08) & JP 02 260934 A (NIPPONDENSO CO LTD), 23 October 1990 (1990-10-23) abstract	7
A	----- EP 0 432 764 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 19 June 1991 (1991-06-19) the whole document	1-21
A	----- US 4 773 072 A (FENNEL HELMUT) 20 September 1988 (1988-09-20) the whole document	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19939567 A	08-03-2001	WO 0114940 A	01-03-2001
EP 0820152 A	21-01-1998	CA 2208660 A	19-01-1998
		CN 1173087 A	11-02-1998
		JP 10190632 A	21-07-1998
		US 6202188 B	13-03-2001
US 5862502 A	19-01-1999	DE 4341082 A	08-06-1995
		DE 59406518 D	27-08-1998
		WO 9515518 A	08-06-1995
		EP 0731937 A	18-09-1996
		JP 9509269 T	16-09-1997
JP 02260934 A	23-10-1990	JP 2035244 C	28-03-1996
		JP 7073257 B	02-08-1995
EP 0432764 A	19-06-1991	JP 3182868 A	08-08-1991
US 4773072 A	20-09-1988	DE 3518105 A	27-11-1986
		FR 2582422 A	28-11-1986
		GB 2175717 A, B	03-12-1986
		JP 2010401 C	02-02-1996
		JP 7038162 B	26-04-1995
		JP 61267140 A	26-11-1986

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04640

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B19/042 H03M13/35 B60T8/88

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G05B H03M B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 199 39 567 A (PILZ GMBH & CO) 8. März 2001 (2001-03-08) das ganze Dokument	1,14
Y	GRANSTROM K ET AL: "UNEQUAL ERROR PROTECTION CODES" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON ELECTROTECHNICS. (EUROCON), US, NEW YORK, IEEE, Bd. CONF. 8, 13. Juni 1988 (1988-06-13), Seiten 174-176, XP000012939 das ganze Dokument	1,14
Y	EP 0 820 152 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 21. Januar 1998 (1998-01-21) Zusammenfassung	1,14

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Mai 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jonda, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04640

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
Y	US 5 862 502 A (GIERS BERNHARD) 19. Januar 1999 (1999-01-19) Seite Q	1,14
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 004 (E-1020), 8. Januar 1991 (1991-01-08) & JP 02 260934 A (NIPPONDENSO CO LTD), 23. Oktober 1990 (1990-10-23) Zusammenfassung	7
A	----- EP 0 432 764 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 19. Juni 1991 (1991-06-19) das ganze Dokument	1-21
A	----- US 4 773 072 A (FENNEL HELMUT) 20. September 1988 (1988-09-20) das ganze Dokument -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abkürzungszeichen

PCT/DE 00/04640

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19939567 A	08-03-2001	WO 0114940 A	01-03-2001
EP 0820152 A	21-01-1998	CA 2208660 A	19-01-1998
		CN 1173087 A	11-02-1998
		JP 10190632 A	21-07-1998
		US 6202188 B	13-03-2001
US 5862502 A	19-01-1999	DE 4341082 A	08-06-1995
		DE 59406518 D	27-08-1998
		WO 9515518 A	08-06-1995
		EP 0731937 A	18-09-1996
		JP 9509269 T	16-09-1997
JP 02260934 A	23-10-1990	JP 2035244 C	28-03-1996
		JP 7073257 B	02-08-1995
EP 0432764 A	19-06-1991	JP 3182868 A	08-08-1991
US 4773072 A	20-09-1988	DE 3518105 A	27-11-1986
		FR 2582422 A	28-11-1986
		GB 2175717 A, B	03-12-1986
		JP 2010401 C	02-02-1996
		JP 7038162 B	26-04-1995
		JP 61267140 A	26-11-1986